

بررسی کانی‌شناسی منطقه‌ای و حاشیه‌ای هاله‌های دگرسان شده اطراف رگه‌های

کانه‌دار محدوده مسجدداغی جلفا

نوشته: افشین اکبرپور*، ایرج رسا** و محمود مهرپرتو***

* گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران ** گروه زمین شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران *** پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

Local and Marginal Mineralogy of Alteration Haloes around Mineralized Veins of Masjeddaghi Area, Jolfa

By: A. Akbarpour*, A. Rasa**, M. Mehrpartou***

* Department of Geology, Faculty of Science, Islamic-Azad University, Science & Research Campus, Tehran, Iran

** Department of Geology, Earth Sciences Faculty, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

*** Research Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

تاریخ پذیرش: ۸۵/۰۴/۱۱

تاریخ دریافت: ۸۴/۱۰/۲۴

چکیده

محدوده اکتشافی مسجد داغی جلفا در ورقه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ جلفا قرار دارد. این محدوده، از نظر زمین‌شناسی ساختاری بخشی از زون البرز باختری- آذربایجان است. قدیمی‌ترین رخنمونهای سنگی در محدوده مورد مطالعه مربوط به فلیشهای اتوسن است که به طور گسترده در بخش جنوبی و شمال خاوری محدوده دیده می‌شود. بخش دیگر رخنمونهای سنگی محدوده را به طور عمده مجموعه سنگهای آتشفشانی آندزیت- تراکی آندزیت تشکیل می‌دهد که تحت تأثیر عملکرد توده‌های نفوذی درونی کوارتز مونزونیتی قرار گرفته و دگرسانی فلیک و فلیک کربناتی را در محدوده مورد مطالعه ایجاد کرده‌اند. کانی‌سازیها به طور عمده در مجموعه آتشفشانی به صورت رگه‌های سیلیسی- باریتی نمود یافته و توده کوارتز مونزونیتی نیز از نظر وجود کانی‌سازی مس پورفیری حائز اهمیت است.

نتایج دگرسانی در محدوده مورد مطالعه به دو بخش تفکیک شده است. بخش اول مربوط به دگرسانی در محدوده مورد مطالعه و بخش دوم مربوط به هاله‌های اطراف رگه‌های کانی‌سازی شده براساس ترانسه‌های حفر شده در محدوده‌های کانی‌سازی است که هر کدام به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته‌اند. بررسی نتایج در اطراف زونهای دگرسانی حاشیه رگه‌ها نیز شامل دگرسانی سریستی، دگرسانی سیلیسی، دگرسانی پروپیلیتیک و کلریتی و دگرسانی آلونیتی (ژاروسیتی) است.

نتایج حاصل از مطالعات دگرسانی در اطراف رگه‌های کانی‌سازی شده با توجه به دگرسانی متنوع گسترش یافته نشان‌دهنده کانسار طلای اپی ترمال است که دگرسانی آلونیتی از نوع ژاروسیت یکی از نشانه‌های مهم وجود آن است.

نتایج حاصل از دگرسانی و گسترش زونهای دگرسانی به صورت منظم نشان‌دهنده احتمال وجود کانسار مس پورفیری (دگرسانی پتاسیک، دگرسانی فلیک، دگرسانی آرژیلیک و دگرسانی پروپیلیتیک) است که توسط گمانه DH-8 این نتیجه قابل تصور است.

کلید واژه‌ها: دگرسانی، کانی‌شناسی، کانی‌سازی، سیالها، رگه کانی‌سازی شده، مسجدداغی، جلفا، ایران

Abstract

The Masjeddaghi area is a part of Alborz-Azarbaijan Zone and located in the Jolfa 1:100000 geological map sheet. The oldest rock units cropped out widely in the south and northeast of the area belong to the Eocene flysch-type sediments. The other outcrops consist mainly of volcanic rock complex of andesites and trachyandesites affected by quartz monzonite intrusion and caused alteration of phyllic and carbonate phyllic type. The mineralization in volcanic complex is also accompanied by quartz and barite veins. The study of altered zone around veins shows sericite, silicified, prophyllitic, chloritic and alunite (jarosite) alterations. Investigation of alteration zones around mineralized veins shows epithermal gold ore in which alunite alteration (jarosite) is the most important characteristics. The result of the study on alteration and

extension of altered zones in the whole study area give rise to the probability of porphyry type copper deposit (potassic, phyllic, argillic and prophylic alteration zone).

Keywords: Alteration, Mineralogy, Mineralization, Fluids, Mineralized vein, Masjeddaghi, Jolfa, Iran

مقدمه

به منظور بررسی دگرسانی در محدوده و تعیین بخشهای دگرسان شده و تأثیر واکنش سیالهای دگرسان کننده بر واحدهای گوناگون زمین‌شناسی از نظر زمان و مکان، نمونه برداریهای لازم برای مطالعات با استفاده از پراش پرتو ایکس و همچنین مقاطع نازک و صیقلی انجام پذیرفته است. سپس نتایج حاصل، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نتایج دگرسانی در محدوده مورد مطالعه به دو بخش تفکیک شده است. بخش اول مربوط به دگرسانی در محدوده مورد مطالعه و بخش دوم مربوط به دگرسانی در ترانشه‌های حفر شده در محدوده‌های کانی‌سازی است که هر کدام به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

محدوده اکتشافی مسجد داغی در ورقه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ جلفا با مختصات $28^{\circ} 58' 45''$ - $45^{\circ} 03' 56''$ طول خاوری و $38^{\circ} 53' 21''$ - $03^{\circ} 52' 38''$ عرض شمالی قرار دارد. این محدوده دارای ابعاد $3/5 \times 2/5$ کیلومتر و مساحت $8/5$ کیلومتر مربع است (نقشه ۱).

کانی‌شناسی

از ویژگیهای جالب محدوده مورد مطالعه، تنوع بسیار زیاد کانیها در آن است. از آنجا که سنگ میزبان و عامل کانی‌ساز در این محدوده از نوع آتشفشانی فلسیک است، بنابراین کانیهای شاخص آنها به فراوانی قابل مشاهده هستند. وجود واحدهای رسوبی (فلیشهای ائوسن) در مجاورت گنبدهای داسیتی نیمه آتشفشانی آرپاجای نیز سبب پیدایش کانیهای دگرگونی در منطقه شده است. آثاری از دگرگونی همبری را در محدوده می‌توان به صورت تغییرات در نمونه کربنات ماسه‌ای (R-34) و (R-28A) مشاهده کرد. کانیها و تغییرات آنها را می‌توان در منطقه مورد مطالعه به شرح زیر مورد بررسی قرار داد (نقشه ۲).

۱- سیلیکاتها

۱-۱- پلاژیوکلاز

کانی پلاژیوکلاز در محدوده مسجد داغی به صورت شکل‌دار، نیمه‌شکل‌دار و ابعاد آنها از $0/3$ تا $2/5$ میلی‌متر متغیر است و به کانیهای رسی و در بعضی نمونه‌ها به آلپیت، کلریت و اپیدوت تبدیل شده است.

فلدسپارها در نمونه‌ها به چند طریق تحت تأثیر قرار گرفته‌اند.

۱- در نزدیکی رگه‌های سیلیسی-باریتی کانی‌سازی شده، برای مثال در نمونه T4-6 پلاژیوکلاز به مجموعه‌هایی از کانیهای کلریت، اپیدوت، کمی سریسیت، مسکوویت، کانی رسی و به ندرت سیلیسی شده تبدیل شده و تنها شکل بلوری پلاژیوکلاز باقیمانده است. سنگ آذرین اسیدی سیلیسی شده می‌باشد و جانشینی پلاژیوکلاز به وسیله سیلیس انجام پذیرفته است.

۲- در نمونه R-3 که از سنگ آتشفشانی تراکی آندزیت برداشت شده است، می‌توان تجزیه و جانشینی پلاژیوکلاز به کانیهای سریسیت، کربنات و گاه سیلیس را مشاهده کرد (شکل ۱).

۳- در نمونه R-11 که از تراکی آندزیت برداشت شده، پلاژیوکلاز به طور عمده نیمه شکل‌دار در اندازه‌های گوناگون و اغلب با آثار شکستگی خردشدگی دیده می‌شود و در این کانی، تجزیه کانی رسی به سریسیت صورت گرفته و کربنات قابل مشاهده است (شکل ۲).

در نمونه برداشته شده از دایک (R-12) بلورهای شکل‌دار و نیمه شکل‌دار پلاژیوکلاز (اولیگوکلاز- آندزین) در تراکی آندزیت دیده می‌شود که تحت تأثیر تجزیه کمتری قرار گرفته‌اند. عدم تجزیه شدید در این دایکها نشانه جوان‌تر بودن آنها نسبت به سنگهای در برگیرنده در جنوب رگه اصلی است.

۱-۲- فلدسپار قلیایی

فلدسپار قلیایی بیشتر به صورت آلپیت و آنتی پرتیت دیده می‌شود و در بیشتر نمونه‌ها فلدسپار قلیایی زمینه سنگها را به صورت کانیهای نیمه‌شکل‌دار و دانه‌ریزی می‌بینیم.

به طور عمده فلدسپارهای قلیایی در این محدوده به دو صورت اولیه و ثانویه دیده می‌شوند. در نمونه‌های فوق بیشتر فلدسپارهای قلیایی به صورت اولیه ظاهر شده و در نمونه‌های شماره R-28A و R-28B که هر دو از کوارتز مونوزیت برداشت شده‌اند، آثار تبدیل پلاژیوکلازها در کناره‌ها به آلپیت مشهود است به علاوه شکستگیهای پلاژیوکلاز حاوی ذرات پیریت هستند که نشان‌دهنده منشأ ثانویه آلپیت در حاشیه درشت بلورها است.

۱-۳- آمفیبول

از مهم‌ترین کانیهای فرومنیزیم در نمونه‌ها می‌توان به کانی آمفیبول اشاره کرده که به صورت اولیه در سنگهای آتشفشانی و نیمه‌ژرف تراکی آندزیت- هورنبلند تراکی آندزیت، تراکیت و مونزودیوریت

کلکوسیت، گالن و اسفالریت همراه است که نشان‌دهنده عملکرد دو فاز مختلف در کانی‌زایی منطقه است. در نمونه‌های گرفته شده، تشخیص کوارتزهای اولیه از ثانویه آسان نیست. با وجود این می‌توان آنها را از هم تشخیص داد زیرا کوارتز باقیمانده از ماگما، به صورت اوتکتیک با فلدسپار متبلور می‌شود. اما کوارتز حاصل از تبلور سیالهای گرمایی و یا نفوذی (منشأ برون‌زاد) دارای بافت موزاییکی بوده و با فلدسپات همراه نیست (معین وزیری، ۱۳۷۱).

۱-۷- مسکوویت و سریسیت

در بخشهایی که تحت تأثیر دگرسانی قرار گرفته‌اند، بخصوص در زون فیلیک، فلدسپارها بویژه پلاژیوکلاز با شدتهای مختلف تجزیه شده‌اند. در بخشهای دارای دگرسانی فیلیک، بیوتیت اولیه به کلریت و کانه‌های تیره تجزیه شده و در نتیجه پتاسیم آن آزاد شده است. در بیشتر نمونه‌های مورد مطالعه، فلدسپار به سریسیت تبدیل شده است. روند این تغییرات را می‌توان در تعداد زیادی از مقاطع نازک گرفته شده از نمونه‌ها مشاهده کرد (نمونه‌های شماره R-4.R-3).

شدت تبدیل فلدسپارها به سریسیت متفاوت است. در بعضی از نمونه‌ها فقط شبحی از حاشیه کانیهای فلدسپار باقی مانده است و در برخی نمونه‌ها حتی قالبی از کانی اولیه را نیز نمی‌توان تشخیص داد و سریسیت به صورت پراکنده همراه با کوارتز درمحل قبلی آنها باقیمانده است. در بعضی موارد نیز پولکهای ریز سریسیت دوباره تبلور یافته و به بلورهای ریز مسکوویت تبدیل شده‌اند. زون فیلیک که خود به دو بخش فیلیک و فیلیک کربنات قابل تقسیم است در مرکز محدوده مورد مطالعه و در سنگهای داسیت دگرسان قابل مشاهده است و بخش بزرگی از گستره مورد مطالعه را در برمی‌گیرد.

۱-۸- اپیدوت

در بیشتر مقاطع مطالعه شده، اثری از اپیدوت دیده نمی‌شود. کانی اپیدوت در نمونه‌های R-22, SA-118, R-12 خود را نشان داده است. سنگ مادر نمونه‌هایی که اپیدوت در آنها دیده شده است، کوارتز تراکی آندزیت، لاتیت آندزیت، داسیت، کوارتز آندزیت است که اپیدوت بر اثر دگرسانی بیشتر پلاژیوکلازهای حد واسط در این نمونه‌ها ظاهر شده است.

۱-۹- کلریت

این کانی نتیجه دگرسانی کانیهای مافیک یعنی بیوتیت و آمفیبول است. کلریت در مقاطع نازک در بخش فیلیک همراه با کربنات و سریسیت و در بخش پروپیلیتیک همراه با اپیدوت و کربنات و سریسیت دیده می‌شود. همچنین در زون پتاسیک از تجزیه بیوتیت نیز حاصل شده است. در

پورفیری محدوده مسجد داغی دیده می‌شود. این کانی تحت تأثیر دگرسانی به کربنات، کلریت و گاه اپیدوت و مسکوویت تبدیل شده است. به طور عمده، آمفیبولهای موجود از نوع هورنبلند هستند و بجز یک یا دو نمونه، آثاری از آمفیبول سالم در سنگ دیده نمی‌شود. این مسئله نشان‌دهنده تأثیر دگرسانی بر سنگهای منطقه است (شکل ۵).

۱-۴- بیوتیت

کانی بیوتیت در نمونه‌ها به دو شکل اولیه و ثانویه ظاهر شده است. بیوتیت‌های اولیه تحت تأثیر دگرسانی قرار گرفته و به مسکوویت، کلریت، لوکوکسن و سریسیت تبدیل شده است. بیوتیت در این منطقه، از نظر ویژگیهای نوری دارای صورتهای مختلفی به شرح زیر است:

- بیوتیت‌هایی با رنگ قهوه‌ای روشن و چند رنگی قوی Bt2

- بیوتیت‌هایی با چند رنگی متوسط رنگ قهوه‌ای کدر Bt1

بیوتیت‌های نوع دوم، بیوتیت‌هایی گرمایی هستند (شکل‌های ۳ و ۴) که از متاسوماتیسم بیوتیت‌های ماگمایی نوع اول حاصل آمده‌اند و بیوتیت‌های نوع اول بیوتیت‌هایی ماگمایی می‌باشند و بیشتر، بلورهای کوارتز و فلدسپار را در برگرفته‌اند.

۱-۵- پروکسن

پروکسن در تعداد محدودی از نمونه‌ها دیده شده است. کلینوپروکسن (اوژیت) به صورت ستونی کوتاه با فراوانی کم به طور جزئی به کربنات و اکسید آهن و کلریت تجزیه شده است.

۱-۶- کوارتز

کوارتز به پنج صورت در نمونه‌های مقاطع میکروسکوپی مشاهده شده است. - بلورهای درشت و غالباً با ساخت موزاییکی که نشانه نفوذ سیالات سیلیسی است (شکل ۷).

- دانه‌های متبلور که به صورت نیمه شکل‌دار و بی‌شکل قابل مشاهده است.

- دانه ریز همراه با فلدسپار که زمینه سنگ را تشکیل می‌دهند.

- رگچه‌هایی با پهنایی تا حدود سه میلی‌متر که ناشی از تزریق و سیلیسی شدن همراه است و به صورت پرکننده درزه‌ها و شکستگیها و به صورت استوک و رک همدیگر را قطع نموده‌اند. آثار کانی‌سازی مس از جمله مالاکیت در سطوح این نمونه‌ها قابل مشاهده است. نتیجه تجزیه نمونه‌های گرفته شده از این بخش نیز نشان‌دهنده حضور مس در آنها است (شکل ۶).

- جانشین شده به جای درشت بلورها توسط کوارتز و سریسیت و اکسید آهن. کوارتز به صورت رگه و رگچه به تنهایی و یا همراه با انواع مختلفی از سولفیدها شامل پیریت، کلکوپیریت، بورنیت، مالاکیت، مولیبدنیت،

اکسیدی یافت می‌شود. کانی ژوراسیت و آلونیت و دیگر کانیهای رسی را می‌توان در زون آرژیلیک در ترانسه‌های حفاری شده در اطراف رگه کانی‌سازی شده مشاهده کرد. البته همراهی ژاروسیت با رگه کانی‌سازی شده نشان‌دهنده غلظت بالای آهن در محلول می‌باشد. در دیگر نمونه‌های گرفته شده از ترانسه‌ها نیز که مورد تجزیه XRD قرار گرفته‌اند، مقادیر فراوانی از کانی ژاروسیت را می‌توان در آنها مشاهده کرد که هم در رگه کانی‌سازی شده و هم در اطراف آن در زون آرژیلیک قابل شناسایی است.

۲- غیر سیلیکاتها

۲-۱- کربناتها

کربناتها تقریباً گسترش زیادی در محدوده مورد مطالعه دارند، بویژه واحدهای کربناتی در بخشهای جنوبی، خاوری و شمالی با فلیشهای ائوسن همراه است. همچنین کانیهای کربناتی در سنگهای آتشفشانی به صورت پراکنده و رگه‌ای دیده می‌شوند. کربناتها در مناطق و بخشهای خاصی از منطقه، همراه با دیگر محصولات دگرسانی پراکنده هستند. به طوری که توزیع آنها به صورت یک کانی ثانوی در اغلب مقاطع نازک قابل مشاهده است. دگرسانی فیلیک- کربنات در این منطقه به وضوح مشاهده می‌شود.

۲-۱-۱- کلسیت (CaCO₃)

در مقاطع مطالعه شده فقط در تعداد محدودی از آنها کانی کلسیت دیده شده است و نمونه‌هایی که دارای کلسیت بوده‌اند شامل آندزیت و کوارتز تراکی آندزیت (نمونه‌های R-4, R-24) است. به طور عمده کلسیت به چهار صورت در ترکیب سنگها ظاهر شده است به صورت اولیه و همراه با کوارتز در نمونه R-25 به صورت تمرکزهای ناموزون و لکه لکه به صورت رگه‌های نازک همراه با اکسید آهن (شکل ۸) در نمونه SA-142 و به صورت ثانویه ناشی از تجزیه آمفیبول و پیروکسن در نمونه‌های مختلفی در منطقه دیده می‌شود که سبب ایجاد زون دگرسانی فیلیک- کربناتی در منطقه شده است. در محدوده مسجد داغی دگرسانی فیلیک- کربناتی کم و بیش در بسیاری از نمونه‌ها سبب تجزیه کامل کانیهای فرومنیزیم مانند آمفیبول و پیروکسن به کربنات شده است. برای مثال نمونه شماره SA-137 از سنگ تراکی آندزیت پورفیری را می‌توان نام برد.

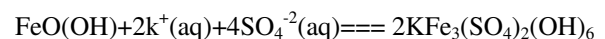
۲-۱-۲- دولومیت (Ca,Mg)(CO₃)₂

تشخیص این کانی از کلسیت و کربناتهای دیگر در مقاطع نازک تا حدودی مشکل است به همین دلیل نیز در مقاطع نازک به طور خاص کانی دولومیت شناسایی نشده است اما در نتایج حاصل از تجزیه بر روی نمونه‌ها به روش XRD در نمونه‌های شماره SA-2, SA-132 با سنگ در برگیرنده داسیت، دولومیت شناسایی گردید. دولومیتها حاصل در محدوده همراه با تزریق رگه و رگچه‌های نازک کلسیتی آهن‌دار دیده می‌شوند.

بخشهایی که تحت تأثیر دگرسانی انتخابی قرار می‌گیرند، کانیهای مافیک که به طور عمده آمفیبول بوده‌اند، به کلریت و گاهی مجموعه کلریت و یا کلریت، کلسیت و بیوتیت ثانوی دگرسان شده‌اند. فراوانی کلریت در بخشهایی با دگرسانی پروپیلیتیک است که در مرز خاوری تراکی آندزیتها با توده‌های آندزیتی قابل مشاهده است و رنگ سبز سنگها را به وجود آورده است. حالتهاى مختلف کلریت را به طور مثال در نمونه‌های شماره R-6 با آثار تجزیه پلاژیوکلاز به کلریت می‌توان مشاهده کرد. از زون فیلیک با سنگ مادر (کوارتز تراکی آندزیت) و در نمونه‌های شماره R-28B از زون پتاسیک با سنگ مادر کوارتز مونزونیت و از زون پروپیلیتیک با سنگ مادر (تراکی آندزیت) مشاهده کرد. نتایج مطالعات X.R.D در محدوده مورد مطالعه نیز نشان‌دهنده حضور کانی کلریت در نمونه SA-141 در زون پروپیلیتیک منطقه است.

۱-۱- رسها

در فلدسپارهای قلیایی دگرسانی ضعیف گاهی منجر به تشکیل ریزبلورهای در سطح بلورها بویژه در فلدسپارها می‌شود که در نور طبیعی (بدون آنالیزور) به خوبی قابل مشاهده است. سطحی بودن یا سطحی نبودن کانیهای رسی را می‌توان با استفاده از نوع کانی‌شناسی رسها مشخص نمود. به عنوان مثال آلونیت $(KAl_3(SO_4)_2(OH)_6)$ و ژاروسیت $(KFe^{+3}(SO_4)_2(OH)_6)$ که معادل آهن‌دار آلونیت است، جزو کانیهای رسی به شمار می‌آیند که در بخشهای سطحی و بویژه در زون سوپرژن کانسارهای مس پورفیری به وسیله سیالات اکسیدی و اسیدی تشکیل می‌گردند و کانی ژاروسیت نیز بر اثر بالا رفتن غلظت آهن در محلول پایین‌رونده، به جای آلونیت و یا بر اساس وجود هیدروکسیدهای آهن فراوان در محیط از طریق واکنش زیر تشکیل می‌گردد.



کانی ژاروسیت و آلونیت در دو موقعیت دیده می‌شوند.

۱- ژاروسیت و آلونیت به طور پراکنده در محدوده مورد مطالعه

۲- ژاروسیت و آلونیت موجود در حفاری ترانسه‌ها و در تراکی آندزیتهاى دگرسان شده محدوده مورد مطالعه

در محدوده مورد مطالعه ۲۷ نمونه که مورد تجزیه XRD قرار گرفته‌اند، دارای کانی ژاروسیت بوده‌اند. پراکنندگی نمونه‌ها در زون دگرسانی فیلیک با سنگ میزبان تراکی آندزیت دگرسان احتمال دارد نشان‌دهنده وجود افقهای زیرین زون اکسیدی و شروع افق زون سوپرژن در کانسارهای مس پورفیری باشد (بهارفیروزی، ۱۳۷۵). هر چند این مسئله نیاز به شبکه‌بندی لیتوژئوشیمیایی منطقه دارد، شاهدهی دیگر بر این مدعا نیز این نکته خواهد بود که ژاروسیت در شرایط اکسیدکننده پایداری زیادی ندارد، بنابراین خیلی زود به لیمونیت تبدیل می‌شود و معمولاً در بخشهای پایین زون

۳-۱-۲- کریناتهای مس

مالاکیت $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ و آزوریت $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ در بخشهای سطحی محدوده مورد مطالعه و همچنین به صورت پراکنده ناشی از دگرسانی کانیهای سولفیدی مس‌دار در زون استوک‌ورک باختر دره آرپاجای دیده می‌شود. در زون استوک ورک در شکستگیهای ظریف مقدار زیادی مالاکیت وجود دارد و گسترش زیادی را نشان می‌دهند.

مالاکیت و آزوریت در رگه‌های سیلیسی منطقه نیز به صورت پراکنده در مناطق مختلف قابل مشاهده است که تحت تأثیر دگرسانی سولفیدهای مس‌دار منطقه حاصل شده است. رگه مس‌دار در مرکز محدوده و جنوب خاور قله مسجد داغی قرار گرفته است. از همین رگه، مقطع صیقلی به شماره RA-19A تهیه شده که نشان‌دهنده محصول دگرسانی نهایی کانیهای سولفیدی مس و آهن به شکل لکه‌های بی‌شکل درون فضاهای خالی باطله نافلزی و به شکل آغشتگی می‌باشد.

۲-۲- سولفاتها**۲-۲-۱- ژپس $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$**

کانی ژپس در مقدار زیادی از نمونه‌های تجزیه شده به روش XRD نشان داده شده و بیشتر در نمونه‌های گرفته شده از بخش دگرسانی فیلک دیده می‌شود. ژپس در حواشی رگه‌های سیلیسی کانی‌سازی شده در نمونه‌های گرفته شده از ترانشه‌ها، ترانشه‌های T-14, T-16, T-18 و همچنین نمونه‌های پراش پرتو ایکس گرفته شده از زون فیلک با سنگ میزبان تراکی آندزیت دگرسان به شماره‌های SA-177, SA-146, SA-127, SA-40 شناسایی شده است. تشکیل ژپس نیاز به وجود آنیون SO_4^{2-} حاصل از اکسایش کانیهای سولفیدی بویژه پیریت دارد و یون کلسیم نیز از تجزیه فلدسپارهای پلاژیوکلاز و کانیهای فرومنیزیم (پیروکسن و آمفیبول) حاصل می‌شود. البته از دگرسانی این کانیها ابتدا کربنات و سپس یون کلسیم لازم برای ایجاد سولفات کلسیم فراهم می‌گردد و کانی ژپس در سنگهای تراکی آندزیتی محدوده ناشی از دگرسانی کانیهای فرومنیزیم و در حاشیه رگه‌ها نیز بر اثر عملکرد سیالها و دگرسانی فلدسپارها (پلاژیوکلازها) و کانیهای فرومنیزین‌دار تراکی آندزیتی محدوده حاصل شده است. چون در زمینه سنگهای تراکی آندزیتی، پیریت و کانیهای سولفیدی دیگر به مقدار نسبتاً زیادی وجود دارد، لذا امکان تشکیل ژپس فراهم بوده است.

۳-۲- فسفاتها**۳-۲-۱- آپاتیت $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{OH})$**

شاخص‌ترین کانی فسفاتی در سنگهای منطقه آپاتیت است. این کانی جزو سازندگان فرعی واحدهای سنگی است. آپاتیت چه در واحدهای آندزیتی و چه در واحدهای تراکی آندزیتی و داسیتی منطقه یافت می‌شود. آپاتیت

به طور معمول در مقابل دگرسانیهای انجام شده مقاوم بوده و هیچ‌گونه دگرسانی را متحمل نشده است. این کانی به صورت آزاد در زمینه و نیز به صورت درشت‌بلورهای دانه متوسط دیده می‌شود. شکل منشوری کوتاه و قطور بلورهای آپاتیت در تراکی آندزیت و آندزیت‌های منطقه از انجماد سریع در یک ماگما گواهی نمی‌دهد ریزبلورهای آپاتیت در سنگهای آتشفشانی به شکل منشورهای سوزنی هستند، در حالی که در گرانیتها و سنگهای دگرگونی به صورت منشورهای کوتاه دیده می‌شود. شکل بلورهای محدوده مسجد داغی از منشأ ثانوی و به احتمال دگرگونی همبری آنها در جوار توده‌ای پر دما حکایت می‌کند.

۲-۴- اکسیدها**۲-۴-۱- مگنتیت (Fe_3O_4)**

کانی مگنتیت فقط در یک نمونه مقطع نازک (T5-2) دیده شد و همراهی کانی مگنتیت با کانیهای سولفیدی از جمله پیریت و کلکوپیریت بیشتر است. مگنتیت در کانسارهای مس پورفیری در زون دگرسانی پتاسیک دیده می‌شود. آنچه از نتایج مطالعات مقاطع صیقلی به دست آمده نشان‌دهنده حضور کم کانی مگنتیت در رگه‌های سیلیسی کانی‌سازی شده طلا دار محدوده و حضور فراوان آن به شکل بلورهای خودریخت و نیمه‌خودریخت و نابلورین با بافت افشان در سنگهای آندزیتی و تراکی آندزیتی منطقه است که مقدار مگنتیت در سنگهای آندزیتی بیشتر از سنگهای تراکی آندزیتی است (نمونه‌های شماره R-27B, R-27A نسبت به نمونه‌های RA-22, RA-21) به نظر می‌رسد که مگنتیت تقریباً در نمونه‌ها تحت تأثیر شدید دگرسانی قرار گرفته و به هماتیت تبدیل شده است. تأثیرات عملکرد سیالها نشان‌دهنده وسعت تأثیر دگرسانی در محدوده مورد مطالعه است. کانی مگنتیت را می‌توان همراه پیریت و کلکوپیریت، کلکوسیت، آاناتاز، مولیدنیت و تتراهدريت در نمونه‌های RA-19A, RA-19E, RA-19D, RA-19C, RA-19B مشاهده کرد.

۲-۴-۲- هماتیت و لیمونیت $(\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O})$

تقریباً در تمام نمونه‌های مقطع صیقلی تهیه شده از محدوده کانی لیمونیت به شکل لکه‌های بی‌شکل درون درز و شکافها و در فضاهای خالی باطله نافلزی وجود دارند. هماتیت و لیمونیت در اثر اکسایش کانیهای آهن تشکیل می‌شوند و با توجه به وجود و گستردگی کانی پیریت و کانیهای سولفیدی در منطقه حضور هماتیت و لیمونیت بدون دلیل نیست. بررسی مقاطع تهیه شده از محدوده نشان‌دهنده تشکیل اکسید آهن به دو صورت است، یکی به صورت پرکننده درزه و شکستگیهای موجود در سنگها و صورت دیگر حاصل تجزیه کانیهای سولفیدی و جانشینی این کانی توسط هماتیت و لیمونیت است.

۲-۴-۳- آتاناز (TiO₂)

تفکیک شده‌اند. در زیر ویژگی‌های میکروسکوپی و میکروسکوپی هر یک توضیح داده می‌شود.

۲-۱- دگرسانی پتاسیک

این دگرسانی در پهنه‌بندی مربوط به کانسارهای پورفیری، معمولاً در قسمتهای مرکزی و ژرف دیده می‌شود و از این رو مشاهده آثار آن در سطح بجز مواردی که فرسایش یا فرایندهای زمین‌ساختی مؤثر واقع شوند، انتظار نمی‌رود. این دگرسانی معمولاً با حضور دو کانی از سه کانی، فلدسپار پتاسیک، بیوتیت و مسکوویت تعریف می‌شود. فلدسپار پتاسیک و کوارتز به صورت کانیهای اولیه سنگ و پرکننده رگه‌ها دیده می‌شوند. بیوتیت و فلدسپار پتاسیم اولیه به علت آنکه تحت تأثیر تعادل مجدد ترکیب قرار می‌گیرند، کمتر حضور دارند.

فلدسپار پتاسیم گرمابی، سدیم کمتری نسبت به فلدسپارهای پتاسیم اولیه دارد. در بیوتیت ثانویه نسبت Mg/Fe و مقدار Ti کاهش نشان می‌دهند که به صورت ایلمنیت یا اسفن ظاهر می‌شود. سولفیدهایی که در هم‌رشدی دارند مقدار گوگرد را توسط آهن آزاد نموده و تثبیت می‌کنند. هنگامی که ترکیب بیوتیت تعدیل می‌گردد، دیگر سیلیکاتهای مافیک (هورنبلند، بیوتیت و پیروکسن) با اضافه شدن پتاسیم تبدیل به بیوتیت می‌شوند. بیوتیت در رگه‌ها و رگچه‌ها نیز دیده می‌شود. سریست یا به مقدار کمتر مونتوریلونیت، در نتیجه دگرسانی پلاژیوکلازهای اولیه ظاهر می‌شوند اما فلدسپار پتاسیم را تحت تأثیر قرار نمی‌دهند. این دگرسانی ممکن است، تنها پلاژیوکلازهای کلسیک را تحت تأثیر قرار دهد و آلپیت پایدار بماند.

کانیهای فرعی در این دگرسانی عبارتند از انیدریت، آپاتیت، مگنتیت، سیدریت، پیریت و کلکوپیریت، کلکوپیریت و پیریت کم و بیش برابری در درصد آنها به نسبت پایین است (کمتر از ۱ درصد حجمی کل سولفیدها).

زون پتاسیک در محدوده مورد مطالعه در سطح گسترش زیادی ندارد. این زون در بخش باختری رودخانه آرپاچای بر اثر فرسایش توسط رودخانه رخنمون کوچکی را نشان می‌دهد. نمونه‌های مقطع میکروسکوپی گرفته شده از این زون به شماره‌های R-28B, R-28A که از واحد سنگی کوارتز مونوزونیتی تهیه شده است، نشان‌دهنده فلدسپار قلیایی (ارتوکلاز) فراوان در مقاطع نازک است که فلدسپارهای قلیایی بیشتر بی‌شکل و به طور معمول ریز تا متوسط بلور تجزیه شده به کانی رسی است. کوارتز اغلب در چهره بلورهای متوسط تا بی‌شکل است و انبوهه بلور کوارتز با آرایش موزاییکی هم دیده می‌شود.

بیوتیت به صورت تیغه‌ای ورقه‌ای شکل گاه با خاموشی موجی و کمی انحنا دار بوده و اغلب با اکسیدهای تیره ریز (به احتمال روتیل ناشی از تبدیل بیوتیت اولیه به ثانویه) همراه است. پلاژیوکلازها اغلب در چهره

آتاناز در مقاطع صیقلی تهیه شده به شکل ذرات غیر هندسی و گاه نیمه‌خودریخت با بافت افشان تشکیل شده است ابعاد بلورهای آتاناز از ۲ تا ۳۰ میکرون در نمونه‌ها متغیر است. این کانی به طور اولیه در دماهای کمتر از دمای تشکیل روتیل به وجود آمده و به طور ثانویه از هوازدگی روتیل و یا سایر کانیهای دارای یون تیتانیم حاصل می‌گردد. کانی آتاناز به صورت اولیه در مقطع صیقلی شماره RA-18 متعلق به سنگ تراکی‌آندزیت دگرسان نشان‌دهنده دمای کم تشکیل آن کانی است.

۲-۴-۴- ایلمنیت (FeTiO₃)

ایلمنیت در چند نمونه از مقاطع صیقلی گرفته شده از محدوده دیده شده است. این کانی در اغلب نمونه‌ها به صورت بلورهای خودریخت و نیمه‌خودریخت با بافت افشان تشکیل شده است. ابعاد دانه‌ها از حدود بیست تا یکصد میکرون متغیر و اکثراً بزرگ‌تر از پنجاه میکرون است. این کانه تحت تأثیر دگرسانی سوپرژن در حال تبدیل شدن به هماتیت و روتیل ثانویه است.

۲-۴-۵- پسیولمان (MnO₂, MnO)

این کانی به شکل لکه‌های کوچک متشکل از ذرات ساب میکروسکوپی و بلورهای بسیار ریز با بافت پرکننده فضای باز در تعدادی از نمونه‌ها از جمله RA-37A, RA-33 با عیار کمتر از یک درصد تشکیل شده است. این دو نمونه آندزیت و تراکی آندزیت هستند و تحت اثر دگرسانی فیلیک قرار گرفته‌اند.

۲-۴-۶- سولفیدها

از سولفیدهای شناخته شده در نمونه‌های مقاطع صیقلی می‌توان از پیریت، کلکوپیریت، بورنیت، مولیبدنیت، کلکوسیت، کولیت، گالن، اسفالریت و تتراهدریت نام برد.

۲- هاله‌های دگرسانی در محدوده مورد مطالعه

یکی از مهم‌ترین روشها برای شناخت و چگونگی زایش کانسارها، مطالعه و بررسی در محدوده دگرسانی و هاله‌های مربوط به آن است. هاله‌های دگرسانی به طور عمده توسط سیالهای گرمابی ایجاد می‌شود و در بسیاری از موارد ارتباط نزدیک ویژه‌ای بین این زونها و توده کانسار وجود دارد. بارزترین ذخایر معدنی که در آنها می‌توان رابطه بین توده کانسار و زونهای دگرسان را مشاهده کرد کانسارهای مس پورفیری و همچنین کانسارهای گرمابی هستند. حدود دگرسانی می‌تواند محدود به یک کانی و یا به طور فراگیر کل سنگ را شامل شود در این محدوده چندین نوع دگرسانی با شدتهای متفاوت دیده می‌شود که شامل دگرسانی پتاسیک، فیلیک، پروپیلیتیک و آرژیلیک است. در نقشه ۲ این هاله‌های دگرسانی از یکدیگر

در حالت اول جانشینی پلاژیوکلازهای درشت توسط سریسیت و کربنات و یا جانشینی آمفیبول به طور کامل توسط کربنات و کانیهای اکسید آهن در مقاطع نازک نمونه‌های SA-134, SA-133, SA-102, SA-63, SA-101 با سنگ مادر به ترتیب آندزیت پورفیری، داسیت تجزیه شده، تراکی آندزیت تجزیه شده و سنگ آتشفشانی برشی است که در تمام این نمونه‌ها، کانیهای فرومتیزیم توسط سریسیت و کربنات جانشین شده‌اند. این دگرسانی دارای روند شمال باختر- جنوب خاور است و با حرکت از بخش خاوری این دگرسانی به سمت بخشهای باختری آندزیتی- تراکی آندزیتی، حضور کانی کلریت را می‌توان مشاهده کرد.

در حالت دوم تمرکزهایی از کربنات در زمینه به عنوان کانی ثانویه در بخشهای شمالی دگرسانی فیلیک کربناتی دیده می‌شود. این را می‌توان در مقاطع نازک نمونه‌های R-4, R-5, R-7, R-14 با سنگ مادر آتشفشانی آندزیتی- کوارتز تراکی آندزیت و آتشفشانی داسیتی مشاهده کرد. در این نمونه‌ها کانیهای کربناتی بویژه کلسیت و کربناتهای آهن‌داری همچون سیدریت در زمینه سنگ یافت شده‌اند. در حالت سوم کربنات به صورت رگه و رگچه در بعضی از نمونه‌های مقاطع میکروسکوپی وجود دارد که رگه و رگچه‌هایی از کلسیت را به صورت نازک می‌توان همراه با فلدسپارهای ریز، آپاتیت و تورمالین شعاعی در نمونه‌های R-31, R-32, R-30 با سنگ مادر تراکی آندزیت مشاهده کرد.

۲-۲-۲- بخش فیلیک

در این بخشها، مجموعه کانیهای حاصل از دگرسانی فیلیک بیشتر دیده می‌شود و آثار کربنات در آنها یا وجود نداشته یا کم می‌شود و در صورت حضور، به مقدار بسیار کم بر روی کانیهای فرومتیزیم جانشین شده تشکیل شده‌اند. این بخش گستردگی زیادی در محدوده مورد مطالعه دارد و روند دگرسانی در محدوده امتداد شمال باختر- جنوب خاور را نشان می‌دهد. در بخش باختری به حاشیه فیلیک کربناتی می‌رسد و آثاری از زون پتاسیک تقریباً در مرکز این زون دیده شده است. کانی سازی در این زون به صورت آثار پراکنده از پیریت و مالاکیت دیده می‌شود و کم و بیش بخش عمده رگه‌های سیلیسی طلا دار در این محدوده قرار می‌گیرند.

تعداد زیادی از نمونه‌های مقاطع نازک گرفته شده از این محدوده نشان‌دهنده تجزیه پلاژیوکلازها و فلدسپارهای قلیایی به سریسیت- کلریت و کانیهای رسی (به مقدار کمتر) و تجزیه کانیهای مافیک به مسکوویت و کلریت است. در بعضی مقاطع نازک گرفته شده از تراکی آندزیت- بیوتیت دار (نمونه SA-11) می‌توان آثاری از فلدسپارهای قلیایی را مشاهده کرد که در حواشی خود زون‌بندی نشان می‌دهند. در مقاطع نازک مطالعه شده از محدوده پلاژیوکلازها و ارتوکلازها به سریسیت و مسکوویت و سرانجام تجزیه کانیهای مافیک نیز به مسکوویت اتفاق افتاده است.

درشت‌بلورهای شکل دار، نیمه شکل دار دوقلویی و گاه زونه بوده که علاوه بر کمی آثار تجزیه به سریسیت و کانی رسی و در حواشی فلدسپار قلیایی و آثار شکستگی و ترک موین حاوی کانیهای تیره است. کوارتز اغلب به صورت بلورهای متوسط تا بی‌شکل بوده و انبوهه بلور کوارتز با آرایش موزاییکی هم دیده می‌شود.

آمفیبول منشوری یا ستونی با آثار تجزیه به کلریت، مسکوویت و همراهی با کانیهای تیره است. شکستگیهای ظریف حاوی کانی کدر اکسیدهای آهن و گاه کوارتز نیز در نمونه دیده می‌شود با توجه به وجود کانیهای ثانویه مختلف (ارتوز ثانویه و بیوتیت‌های ثانویه) می‌توان چنین در نظر گرفت که این مجموعه بخش دگرسانی پتاسیک را تشکیل می‌دهد، هرچند که رخنمونهای کوچکی را در بخش باختری آرپا چای دربرمی‌گیرد و گسترش چندان زیادی را نشان نمی‌دهد. شکل‌های ۳ و ۴ نشان‌دهنده بیوتیت ثانویه در این زون است.

۲-۲-۲- دگرسانی فیلیک

بر اساس فراوانی کربنات در محدوده (مسجد داغی) می‌توان زون فیلیک را به دو بخش فیلیک کربنات و فیلیک تفکیک کرد که در زیر توضیح داده خواهد شد. در محدوده مورد مطالعه مقاطع میکروسکوپی گرفته شده نشان‌دهنده تأثیر دگرسانی فیلیک در رخنمونهای تراکی آندزیت و آندزیتی محدود است که باعث ایجاد رنگ روشن توده شده است. در مشاهدات میکروسکوپی پلاژیوکلازها و فلدسپارهای قلیایی به شدت به سریسیت، کربنات و کلریت به مقدار کمی کانیهای رسی و فلدسپارهای پتاسیم به سریسیت- کلریت و به مقدار کمتر، کانیهای رسی تبدیل شده‌اند. کانیهای مافیک نیز به مسکوویت تبدیل شده‌اند. پیریت در تمام نمونه‌های مقاطع صیقلی گرفته شده از زون فیلیک دیده می‌شود و در تعدادی از مقاطع صیقلی بخشی از پیریت تحت تأثیر دگرسانی سوپرژن به اکسیدهای آهن تبدیل شده است. به طور کلی پاراژنز کانیهای این دگرسانی شامل کانیهای زیر است:

سریسیت+ کلریت+ کربنات+ پیریت+ کانیهای رسی

دگرسانی سریستیک اغلب در نتیجه کاهش نسبت $a(K^+)/a(H^+)$ و یا کاهش دمای مربوط به سیال گرمایی حادث می‌شود و سریسیت جانشین کانیهای سیلیکاتی حاوی آلومینیم و کاتیونهای قلیایی می‌گردد. لذا این دگرسانی دارای غلظت $a(K^+)$, $a(Ca^{+2})$, $a(Mg^{+2})$ پایینی است.

۲-۲-۱- بخش فیلیک- کربنات

این مجموعه شامل کانیهای دگرسان فیلیک همراه با کربناتها (دولومیت- کلسیت) است. این مجموعه تعداد زیادی از نمونه‌های گرفته شده را در محدوده شامل می‌شود. روند عمومی این دگرسانی به چند صورت به وقوع پیوسته است.

۲-۳- دگرسانی آرژلیک

کانیهای ثانویه در این دگرسانی شامل سریسیت، مونت‌موریلونیت و هماتیت است. پیریت همراه یا بدون کلکوپیریت ممکن است حضور داشته باشد، اما چندان حائز اهمیت نیست.

زون پروپیلیتیک در خاور محدوده مسجد داغی با دگرسانی سنگهای آتشفشانی بویژه در حاشیه تأثیرگذاری توده تراکی آندزیتی بر سنگهای آتشفشانی آندزیتی محدوده و در حاشیه رگه‌های سیلیسی محدوده (روند گسترش این زون مطابق با نقشه ۲ شمال باختر - جنوب خاور است) دیده می‌شود.

در محدوده مورد مطالعه رنگ سنگها به علت کلریتی شدن، سبز تیره بوده و رگچه‌ها و حفره‌های پر شده توسط کلسیت و کلریت نیز گاهی به مقدار زیاد حضور دارند.

در مشاهدات میکروسکوپی، پلاژیوکلاز، به طور عمده تبدیل به کلریت و سریسیت شده است. در مقطع میکروسکوپی شماره SA-2 با سنگ مادر تراکی آندزیت و در مقطع میکروسکوپی شماره SA-128 با سنگ مادر آذر آواری توف، فلدسپار به طور عمده نیمه‌شکل‌دار است و به طور کامل به سریسیت و مقداری کربنات تجزیه شده و کانی فرومنیزیم به طور کامل به کلریت تجزیه شده است. در مقطع میکروسکوپی شماره SA-129 با سنگ مادر آذر آواری نیز همین حالت را می‌توان مشاهده کرد.

۳- رده‌بندی هاله‌های دگرسان اطراف رگه بر اساس شواهد کانی‌سازی

تمام تغییراتی را که به صورت کانی‌شناسی، شیمیایی در اثر عملکرد محلولهای داغ گرمابی در سنگها صورت می‌گیرد را می‌توان دگرسانی گرمابی نامید. سنگهای در برگیرنده کانسارهای گرمابی تقریباً همیشه نشانگر واکنش بین سنگ دیواره فراگیر و سیالهای گرمابی هستند. واکنش بین سیالهای داغ و سنگ دیواره فراگیر تا زمان به تعادل رسیدن آنها ادامه یافته و نتیجه آن به وجود آمدن پوسته دگرسان در سنگهای دربرگیرنده ماده معدنی است.

دگرسانی سنگ دیواره می‌تواند اطلاعات مهمی در مورد شرایط فیزیکوشیمیایی نهشته شدن مواد معدنی در اختیار بگذارد. دگرسانی سنگ دیواره علاوه بر تبلور دوباره، می‌تواند در نفوذ پذیری، رنگ و دیگر ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی سنگ تغییراتی ایجاد کند. بسیاری از هاله‌های دگرسانی دارای زون‌بندی کانیایی هستند که از تغییرات ماهیت محلولهای گرمابی ضمن عبور از سنگهای دیواره نتیجه می‌شود.

در مطالعه هاله‌های دگرسانی می‌توان با استفاده از اطلاعات کانی‌شناسی و ژئوشیمی مطالعات را کامل کرد. در روش اول از روشهای سنگ‌شناسی و پراش پرتو ایکس استفاده می‌شود. به کمک روشهای ژئوشیمیایی نیز

در محدوده مسجد داغی دگرسانی آرژلیک حالت تدریجی با دگرسانی سریسیتی را نشان می‌دهد. هرچند گسترش دگرسانی آرژلیک محدود است. در مرکز محدوده مورد مطالعه رسی شدن فلدسپارها و یا سریسیتی شدن آنها قابل ملاحظه است. گاهی شدت رسی شدن (ژاروسیتی و آلونیتی شدن) فلدسپارها (بویژه فلدسپار قلیایی) بسیار شدید بوده و از کانی اولیه تنها شکل اصلی آن باقیمانده است. نتایج با استفاده از مطالعات پراش پرتو ایکس به دست آمده است. نمونه مقطع میکروسکوپی R-22 با سنگ مادر تراکی آندزیت نشان‌دهنده حضور مقدار زیاد کانی ثانویه از جمله کانیهای رسی است. به طور کلی کانیهای همراه که در این دگرسانی مشاهده می‌شوند عبارتند از:

کانیهای رسی + سریسیت + کلریت + کانیهای تیره

ارتباط تنگاتنگی بین تبدیل فلدسپار پتاسیم به کانیهای رسی و تبدیل پلاژیوکلاز به سریسیت مشاهده می‌شود. با تبدیل فلدسپار پتاسیم به کائولینیت، H^+ موجود در سامانه مصرف شده و به جای آن K^+ و SiO_2 تولید می‌شود. این یونها صرف تبدیل پلاژیوکلاز به سریسیت شده و در نتیجه این واکنش، Ca^{2+} شسته شده و از محیط خارج می‌شود و یا در صورت بالا بودن فعالیت CO_2 ، به صورت کلسیت رسوب می‌کند. H^+ تولید شده نیز دوباره صرف تبدیل فلدسپار پتاسیم به کائولینیت می‌شود. این واکنشها فرایندهایی است که در توده تراکی آندزیتی مسجد داغی دیده می‌شود. نتایج حاصل از مطالعات XRD در نمونه SA-163 نیز نشان‌دهنده حضور کانیهای رسی فراوانی همچون ژاروسیت، پیروفیلیت و کائولینیت و آلونیت است.

۲-۴- دگرسانی پروپیلیتیک

این مجموعه بیشتر حاصل تشکیل کانیهای منیزیم و کلسیم در نتیجه آرایش جدید اجزای تشکیل‌دهنده سنگ است. آنورتیت به اپیدوت و کلسیت تبدیل می‌شود و آلینت پایدار می‌ماند. کانیهای مافیک اولیه به کلریت تبدیل می‌شوند. گاهی فازهای حد واسط نیز دیده می‌شود به دگرسانی پروپیلیتیک نیز دگرسانی سوسوریتی گفته می‌شود و به طور کلی شامل چهار مجموعه اصلی است:

- کلریت، کلسیت، کائولینیت
- کلریت، کلسیت، تالک
- کلریت، اپیدوت، کلسیت
- کلریت، اپیدوت

بخشهای مختلف زون سیلیس دار نشان‌دهنده وجود چندین نوع دگرسانی در این زون است. مهم‌ترین این دگرسانیها شامل دگرسانی سیلیسی، دگرسانی سیلیسی کربناتی، دگرسانی سیلیسی سولفاتی و دگرسانی سیلیسی آهن‌دار است که به طور مثال به ترتیب در نمونه‌های T2-8, T4-6, T1-2, T2-6 نتایج پراش پرتو ایکس آن را نشان داده‌اند. کانه‌های همراه این دگرسانیها به ترتیب مجموعه‌ای از کوارتز- کوارتز + دولومیت + کائولینیت، کوارتز + باریت، کوارتز + هماتیت + کائولینیت + ژاروسیت است. نمونه‌های تجزیه شده از طول ترانشه‌ها نشان‌دهنده بالا رفتن عیار عنصر طلا نسبت به دیگر بخشها در اطراف رگه‌های کانی‌سازی شده محدوده مسجد داغی است. عیاربندی در محدوده نشان‌دهنده ارتباط مستقیم عیار طلا با دگرسانی سیلیسی در محدوده مورد مطالعه است. بیشترین مقدار طلا با دگرسانی کوارتز- باریت همراه است.

۳-۳- دگرسانی پروپیلینیک و کلریتی

زون دگرسانی کلریتی اغلب همراه و مخلوط با زون دگرسانی پروپیلینیک است و تمایز این دو از هم اغلب کاری ناممکن است. بسته به ماهیت و ترکیب شیمیایی سیالها و نیز کانی‌شناسی سنگهای درونگیر، شاهد تشکیل این دو هاله دگرسانی در خارجی‌ترین محدوده‌های دگرسانی گرمایی هستیم. اغلب مرز این دو زون دگرسانی و سنگهای غیر دگرسانی شده کاملاً تدریجی و نامشخص است. با تبدیل پلاژیوکلازها به اپیدوت، کلسیت، کوارتز، سریسیت شاهد تشکیل این هاله هستیم. کانی‌سازی در این هاله نیز وجود داشته و مقدار عیار طلا در این بخش نسبتاً بالا است. مقدار نسبتاً بالای طلا در این زون نشان‌دهنده حضور رگه و رگچه‌های حاوی کوارتز، ژاروسیت و باریت است در منطقه مورد مطالعه این دگرسانی با پارائز کانه‌های سولفیدی + اپیدوت، کلریت + اپیدوت، اپیدوت + سریسیت + اکسید آهن، کلریت + سریسیت + اپیدوت + کوارتز همراه است.

توجه به حضور رگه‌هایی از سیلیس- باریت در این زون نشان‌دهنده پدیده سیلیسی شدن طی چندین مرحله است. این دگرسانی به صورت فراگیر و هم به صورت انتخابی عمل کرده است. در هر دو صورت پلاژیوکلازها، پیروکسها و آمفیبولها به کلریت، اپیدوت و سریسیت تبدیل شده‌اند.

۳-۴- دگرسانی آلونیتی

دگرسانی آلونیتی در ترانشه‌های مختلف مورد بررسی و شناسایی قرار گرفته است. زون آلونیتی در زیر زون سیلیسی قرار می‌گیرد. محلولهای گرمایی غنی از سولفات در شرایط اکسیدی و در دمای کمتر از ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد موجب هیدرولیز سنگهای غنی از آلومینیم و پتاسیم شده و در

می‌توان رفتار عناصر در محیطهای مختلف دگرسانی را شناسایی و محیط شیمیایی انواع مختلف دگرسانی را تعیین کرد. در رده‌بندی هاله‌های مختلف دگرسانی بر اساس شواهد کانی‌شناسی محور اصلی مطالعه کانیهای همراه است. از آنجا که تبدیل مجموعه‌های دگرسانی به همدیگر مانند دیگر پدیده‌های طبیعی به صورت تدریجی انجام می‌گیرد، لذا مرز دقیقی بین هاله‌های تعریف شده وجود نداشته و مرزها تقریبی و تدریجی هستند. بر اساس مطالعات سنگ‌نگاری و پراش پرتو ایکس، شش هاله دگرسانی در این محدوده در اطراف رگه‌های مکانی سازی شده طلا دار شناسایی شده است که در زیر شرح داده خواهد شد:

۳-۱- دگرسانی سریسیتی

این دگرسانی در اطراف رگه‌های طلا دار دارای ستبراهای متفاوتی است. فقط در نمونه‌های برداشته شده از ترانشه اول بر روی رگه شماره دو، این دگرسان در مقطع میکروسکوپی دیده شده است و از نظر توپوگرافی نیز در پایین‌ترین تراز ارتفاعی نسبت به بقیه ترانشه‌ها و نمونه‌های برداشت شده قرار گرفته است. این زون در حاشیه به زون آرژیلیک و زون سیلیسی ختم می‌شود. این دگرسانی هم به صورت انتخابی و هم به صورت فراگیر در منطقه عمل کرده است. در دگرسانی انتخابی، پلاژیوکلازها به طور بخشی به سریسیت تبدیل شده‌اند، اما در زمینه سنگ نیز سریسیتی شدن به صورت کامل عمل کرده است. مقطع میکروسکوپی به شماره T1-3 که از ترانشه اول برداشته شده است نشان‌دهنده دگرسانی کامل پلاژیوکلازها و فلدسپارهای پتاسیک به سریسیت بوده است. در زمینه سنگ نیز آثار سریسیتی شدن را می‌توان مشاهده کرد. در این نمونه کانیهای تشکیل دهنده سنگ به سریسیت، اکسید آهن و کمی کلریت همراه با پیریت تبدیل شده‌اند.

۳-۲- دگرسانی سیلیسی

اثر این هاله در اطراف رگه‌های کانی‌سازه شده به مقدار زیاد مشاهده می‌شود. این هاله دگرسانی به صورت رگه‌ها و رگچه‌های فراوان سیلیسی در متن داسیتهای محدوده وجود دارد. توضیحات کامل در ارتباط با دسته‌بندی نوع سیلیسهای منطقه را می‌توان در بخش پیشین (کانی‌شناسی) مشاهده کرد.

سیلیس در متن این سنگها به صورت رگه و رگچه‌های نازک و همچنین به صورت ثانوی از تبدیل کانیهایی مانند پلاژیوکلازها و فلدسپارها به کانیهای رسی مقادیر نسبتاً زیادی سیلیس در متن سنگ آزاد شده است. مقدار سیلیسی شدن در محدوده تقریباً زیاد بوده و این نکته نشانگر اشباع بودن محلولهای گرمایی از سیلیس پس از دگرسانی گرمایی است. این هاله‌ها محللهای مناسبی برای اکتشاف و کانی‌سازی طلا هستند. نمونه‌برداری از

و گسترش کلی محدوده مورد مطالعه و دوم دگرسانی در اطراف رگه‌های کانی‌سازی سیلیسی - باریتی .

- تنوع کانی‌شناسی در محدوده مورد مطالعه شامل مجموعه‌ای از کانیهای سیلیکاتی و غیر سیلیکاتی همراه با کانه‌های فلزی کانسار ساز بوده است. - دگرسانی سبب تغییر در کانیهای مختلف تشکیل دهنده سنگهای محدوده شده است که بر اساس شدت و ضعف تأثیرات نوع دگرسانی در محدوده مورد مطالعه متفاوت است.

- بررسی نتایج در محدوده مورد مطالعه نشان‌دهنده وجود دگرسانی پتاسیک انتحابی (حضور بیوتیت‌های ثانویه و ارتوکلازهای ثانویه در حاشیه پلازیوکلازها)؛ دگرسانی فیلیک به دو شکل فیلیک کربناتی و فیلیک، دگرسانی آرژیلیک (به صورت محدود) و دگرسانی پروپیلیتیک (در حواشی واحد تراکی آندزیتی) است.

بررسی نتایج در اطراف زونهای دگرسانی حاشیه رگه‌ها نیز شامل دگرسانی سریسیتی، دگرسانی سیلیسی، دگرسانی پروپیلیتیک و کلریتی و دگرسانی آلونیتی (ژاروسیتی) است.

نتایج حاصل از مطالعات دگرسانی در اطراف رگه‌های کانی سازی شده با توجه به دگرسانی متنوع گسترش یافته نشان‌دهنده کانسار طلای اپی ترمال است که دگرسانی آلونیتی از نوع شاموزیت یکی از نشانه‌های مهم وجود آن است .

نتایج حاصل از دگرسانی و گسترش زونهای دگرسانی در محدوده مورد مطالعه به صورت منظم نشان‌دهنده احتمال وجود کانسار مس پورفیری (دگرسانی پتاسیک، دگرسانی فیلیک، دگرسانی آرژیلیک و دگرسانی پروپیلیتیک) است که توسط گمانه DH-8 این نتیجه قابل تصور است.

نتیجه آلونیت تشکیل می‌شود. به دلیل پیریت‌زایی بسیار شدید و حضور فراوان گوگرد، دگرسانی آلونیتی در منطقه مشاهده می‌شود. دگرسانی آلونیتی راهنمای مناسبی برای اکتشاف کانسارهای اپی ترمال طلا و نقره است. دگرسان آلونیتی می‌تواند بسته به نوع سنگ درونگیر به سه صورت دیده شود یا آلونیت از نوع پتاسیم‌دار (آلونیت سفید) است، یا به دلیل وجود کانی آهن‌دار در سنگ آلونیت پتاسیم و آهن‌دار (ژاروسیت $(KFe_3(SO_4)_2)$) است یا سنگ در برگیرنده از نوع گدازه‌های بازالتی و آندزیتی بازالت پیروکسن‌دار است که تحت تأثیر محلولهای گرمابی غنی از گوگرد قرار گرفته‌اند و با توجه به وجود کاتیون منیزیم در پیروکسن نوعی از آلونیت به نام اپسومیت $(MgSO_4 \cdot 7H_2O)$ تشکیل شده که این کانی پس از شستشو به صورت شوره در سطح سنگها مشاهده می‌شود. آلونیت موجود در زون آلونیتی به طور عمده از نوع ژاروسیت است که با توجه به نتایج حاصل از پراش پرتو ایکس به دست آمده است. این نتایج نشان‌دهنده حضور دو تیپ زون آلونیتی شامل زون آلونیتی ژپیس‌دار، زون آلونیتی کربناتی است. جدایش این دو زون بسیار مشکل است.

کانه‌های همراه مشاهده شده در این زون به صورت زیر است:

ژاروسیت + کوارتز + کائولن

ژاروسیت + کائولن + ژپیس

ژاروسیت + باریت + کائولینیت + ژپیس

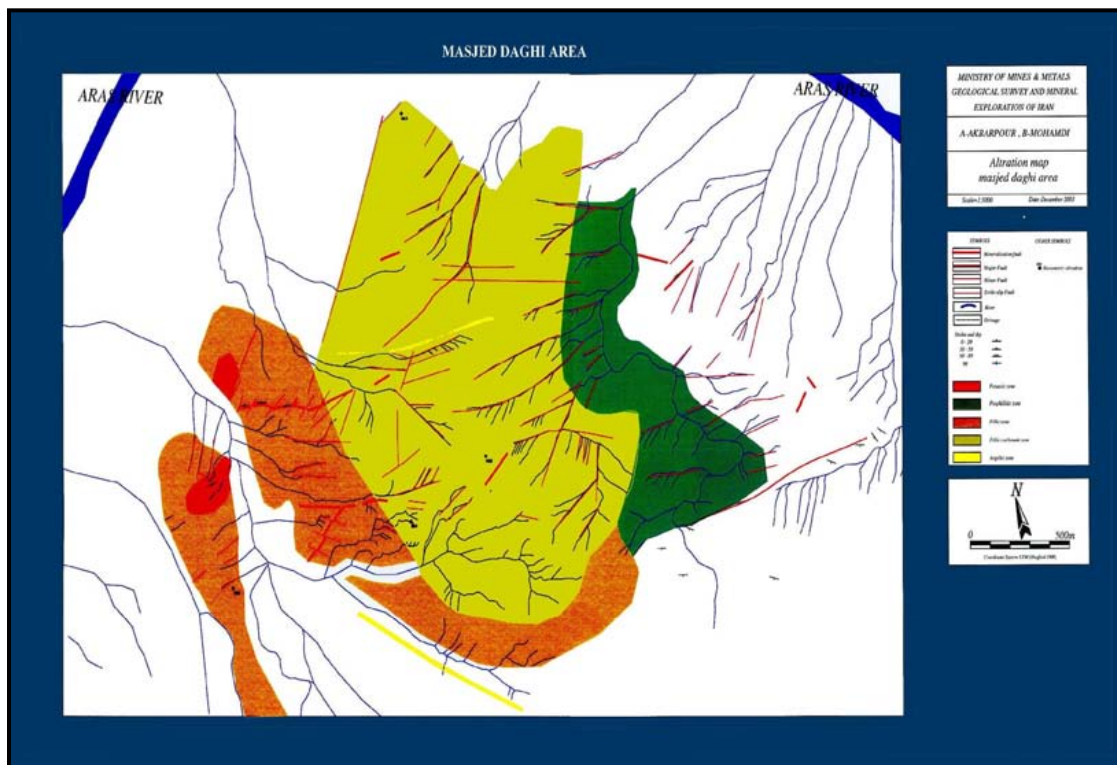
ژاروسیت + کائولینیت + باریت + ایلمنیت + ژپیس

۴- نتیجه گیری

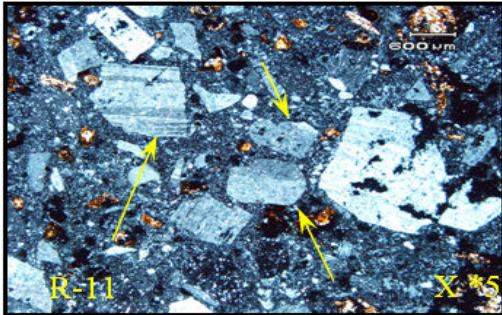
با توجه به مطالعات و بررسیهای مقاطع میکروسکوپی و همچنین نتیجه بررسیهای آزمایشگاهی پراش پرتو ایکس، دگرسانی را در محدوده مورد مطالعه می‌توان در دو روند در نظر گرفت. اول دگرسانی در مقیاس ناحیه‌ای



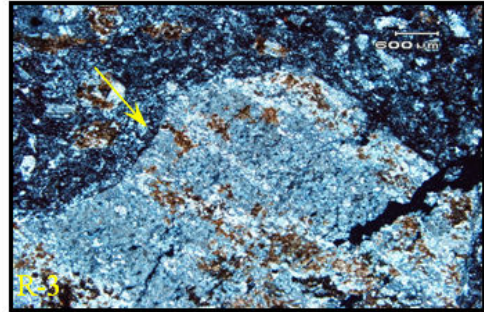
نقشه ۱ - موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه با مقیاس ۱:۳۰۰۰۰۰



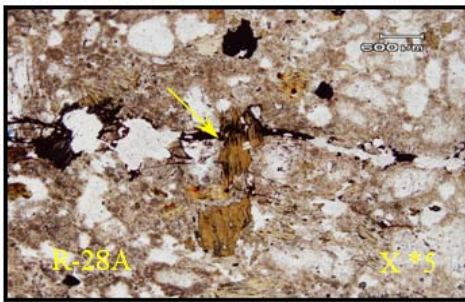
نقشه ۲ - نقشه مناطق دگرسانی در محدوده مسجدداغی با مقیاس ۱:۵۰۰۰



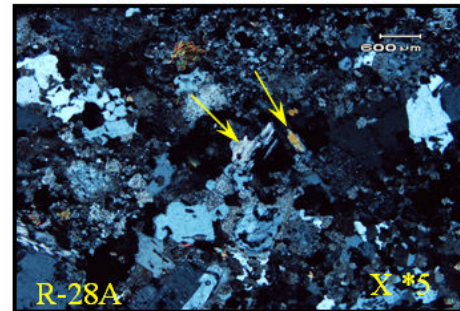
شکل ۲- پلاژیوکلاز عمدتاً نیمه‌شکل‌دار در اندازه‌های گوناگون اغلب با آثار شکستگی (XPL)



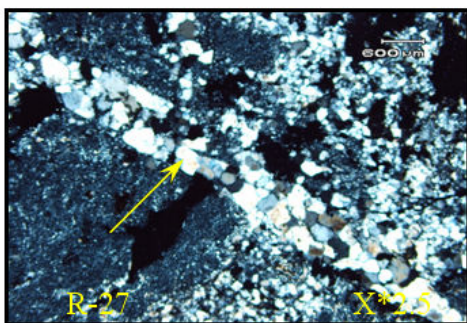
شکل ۱- فلدسپار که به سرسیت تبدیل شده است (XPL)



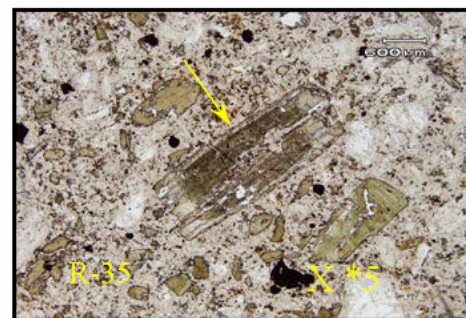
شکل ۴- بلور بیوتیت ثانویه که توسط رگه آهن‌دار قطع شده است (XPL)



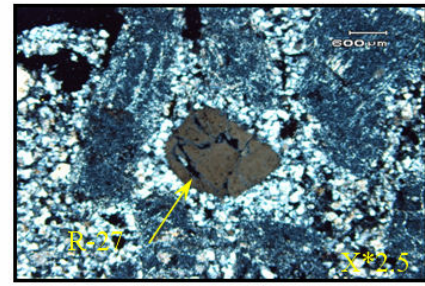
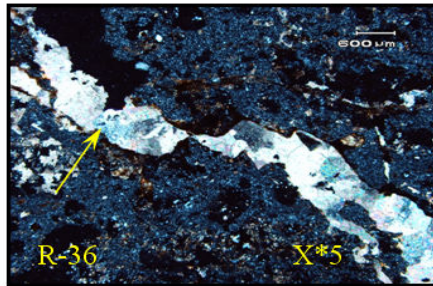
شکل ۳- بلور بیوتیت ثانویه همراه با اکتینولیت از دگرگونی و حاشیه آلیتی (XPL)



شکل ۶- کوارتز حاصل به صورت تزریق رگه‌ای (XPL)



شکل ۵- کانی هورنبلند اورالیتی شده (XPL)



شکل ۸- قطعات سنگی که توسط رگه کلسیتی قطع شده است (XPL)

شکل ۷- کوارتز به صورت درشت بلور و غالباً با ساخت موزاییکی که نشانه نفوذ سیالها است (XPL)

جدول ۱- مقایسه تقسیم‌بندی مجموعه‌های مختلف دگرسانی در کانسارهای مس پورفیری

مسجد داغی جلفا	Creasey(1959,1966)	Lovell&Gaulbert(1970)	Rose(1967)(1970)	Meyer&Hemley(1970)
فلدسپار پتاسیم، ارتوکلاز، بیوتیت، کوارتز، ارتوکلاز، سریسیت	سیلیکات پتاسیم، فلدسپار پتاسیم، بیوتیت، مسکوویت	پتاسیک، فلدسپار پتاسیم، بیوتیت، سریسیت، کلریت	ارتوکلاز، سریسیت، کوارتز، ارتوکلاز، بیوتیت، کوارتز، ارتوکلاز، سریسیت، بیوتیت، کوارتز، کوارتز، کوارتز	سیلیکات پتاسیم، فلدسپار پتاسیم، بیوتیت، مسکوویت انیدریت
سریسیت، کوارتز، پیریت	سریسیت، کوارتز، پیریت	فیلیک، کوارتز، سریسیت، پیریت، هیدرومیکا، کلریت	سریسیت، کوارتز	سرسیتیک، سریسیت، کوارتز، پیریت، کلریت
ژاروسیت، پیروفیلیت، کائولینیت، آلونیت	آرژیلیک، کائولینیت، مسکوویت	آرژیلیک، کائولینیت، مونتموریلونیت، کلریت	سریسیت، کائولینیت، کوارتز	آرژیلیک، پیشرفته ۱- کائولینیت، دیکیت، پیروفیلیت ۲- حد واسط گروه کائولینیت مونتموریلونیت + کلریت
پروپلیتیک، کلریت، اپیدوت، کربنات	پروپلیتیک، مسکوویت (سریسیت) اپیدوت، کلریت	پروپلیتیک، کلریت، اپیدوت، کربنات	پروپلیتیک، اپیدوت، آلپیت، کلسیت، کلریت	پروپلیتیک، اپیدوت، آلپیت، کلریت، سیتاکلریت، کربنات

جدول ۲- سیر تسلسل کانی‌سازی در محدوده دگرسانی مسجد داغی جلفا

کانیها	اولیه	ثانویه
آناناز	---	
مگنیت	---	
پیریت	---	---
کالکوپیریت	---	
بورنیت	---	
کالکوسیت	---	
تتراندريت	---	
کولیت		---
مولیدنیت	---	
دیزنیت		---
لیمونیت		---
پسیلوملان		---
مالاکیت و آزوریت		---

کتابنگاری

- درویش زاده، ع. و آسیابانها، ع.، ۱۳۷۰- ماگماها و سنگهای ماگمایی، مبانی پترولوژی آذرین (ترجمه) انتشارات دانشگاه تهران، ۱۵۵ صفحه.
- معین وزیری، ح.، ۱۳۷۵- دیباچه‌ای بر ماگماتیسم در ایران، انتشارات دانشگاه تربیت معلم، ۴۴۰ صفحه
- معین وزیری، ح.، ۱۳۶۵- پترولوژی سنگهای آتشفشانی، انتشارات دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی، ۲۲۸ صفحه.
- بهار فیروزی، خ.، ۱۳۷۶- بررسی دگرسانی و زوناسیون عمودی در کانسار تپ اسکارن پورفیری مس- مولیدن سونگون، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم.
- بابا خانی، ع. ر.، ۱۳۶۰- پتروگرافی و ژئوشیمی نفلین شیمیایی شمال آذربایجان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دانشگاه تهران.
- بازین و هونر، ۱۹۶۹- معادن مس ناحیه اهر از جمله مزرعه، انجرد، گودال، کیقال، سونگون، آینه لو، قره چیلر، قره دره و چشمه‌خان، گزارش شماره ۱۳ سازمان زمین‌شناسی کشور.
- حاجی علی لو، ب.، ۱۳۷۸- متالوژی ترشیری در البرز باختری- آذربایجان (میان- سیه رود)، با نگرشی خاص به منطقه هسجین، رساله دکتری، دانشگاه شهید بهشتی.
- لطفی، م. و خوبی، ن.، ۱۳۶۶- بازنگری بر گزارش: نگاهی بر متالوژی ناحیه زنجان، چهارگوش تهم، اولین تجربه مطالعاتی به کمک دستگاه میکروسوند، سازمان زمین‌شناسی کشور، گزارش داخلی، ۹ صفحه.
- احمدیان، ج.، ۱۳۷۰- بررسی ژئوشیمیایی زونهای آلتراسیون هیدروترمالی با نگرش کانی‌سازیهایی انجام شده در منطقه ذاکر (جنوب غربی طارم)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز، ۱۶۸ صفحه.
- کریم پور، م. ح.، ۱۳۶۸- زمین‌شناسی اقتصادی کاربردی، انتشارات جاوید مشهد، ۴۰۳ صفحه.
- اوانز، آ. ام.، ۱۳۷۳- مقدمه‌ای بر زمین‌شناسی کانسنگها، ترجمه فرید مر و سید جواد مقدسی، انتشارات دانشگاه شیراز.
- امینی فضل، ع.، ۱۳۷۳- مطالعات زمین‌شناسی، کانی‌سازی، پترولوژی و ژئوشیمیایی توده‌های نفوذی اردوباد، آکادمی علوم آذربایجان شوروی.

References

- Berberian, M., King, G.C.P., 1981- Toward a Paleogeography and tectonic evolution of Iran, Canadian journal of Earth Sciences, Vol 18, No 2, PP: 210-265.
- Eftekhar-Nezhad, J., 1975- Brief history and structural development of Azarbaijan, G, S, I, Internal rep, N, 8.
- Middlemost, E.A.K., 1991- Toward a Comprehensive classification of igneous rocks and magmas, Earth Sci, No -31, PP: 73 - 87.
- Hall, A., 1992- Igneous Petrology, Longman S, & T, P: 24 - 291.



- Takagi, T. & Tsakimura, K., 1997 - Genesis of oxidized and reduced type granites , Es , Geol , Vol- 92 , PP – 91.
- Hezarkhani, A. & Williams-Jones, A.E., 1998- Control of alterational and mineralization in the Sungun porphyry deposit, Iran: Evidence . from fluid inclusions and stable isotopes Econ – geol , Vol. 93 , PP : 651 – 640.
- Mehrpour, M.,1993- Contribution to the geology, geochemistry Ore genesis and fluid inclusion investigation on Sungun Cu – Mo Porphyry deposit (Northwest Iran) , Hambury University.
- Zoto, A. U., Kudrin, A.V., Levin , K.A., Shikina, N.D. & Varyash, L. N., 1992- Eperimental studies of the slubility and Complexing of selected ore element (Au , Ag , Mo , As , Sb , Mg) in aqueous solution.
- Ridley, J. et al., 1996- Ore Geology Reuies 10 , PP : 279 – 293.
- Muller, D. & Gross , D. A., 1996- Might Potassium rocks with gold copper mineralization.
- Hayshi, K. I. & Ohmoto, H., 1991- Solubilty of gold in Nach – and H₂S . bearing Solution at 250 – 350 ° C , Geichimica at Cos mochimica Acta Vol . 55 , 2111 – 2126.